Aus dem Heilklimatischen Forschungsinstitut Warnemünde.
Direktor: Professor H. Curschmann.

Volumbolometrische Untersuchungen nach kalten Seebädern und Sonnenbädern.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität Rostock.

Vorgelegt von
Carl Heinz Behr
aus Hamburg.

Promoviert am 16. Dezember 1932.

Druck: J. Borowsky, Köln, Aachenerstraße 8. Fernruf 51990
1935

Referent: Professor Dr. H. Curschmann.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Volumbolometrische Untersuchungen nach kalten Seebädern und Sonnenbädern.

Jedes Bad greift als Träger einer wechselnden chemischen und physikalischen Zusammensetzung an der Oberfläche des Körpers an. Das Wasser wirkt infolge seiner Leitfähigkeit für Wärme und andere Energiewerte und seiner chemischen Zusammensetzung anders als die Luft. Zunächst tritt beim Bad nur eine Benetzung ein, da eine Luftschicht zwischen Wasser und Körperoberfläche bestehen bleibt. Durch Bewegung wird diese Luftschicht entfernt , und nun findet eine innigere Berührung statt. Erst in neuerer Zeit hat man sich eingehender mit dem exakten Studium der Bäderwirkung - wie überhaupt der physikalischen Therapie und Klimawirkung - beschäftigt, und zwar von Anfang an - ich nenne nur die grundlegenden Untersuchungen von O. M ü l l e r über den Blutdruck im Bade vor etwa 30 Jahren - mit der Untersuchung des Kreislaufs.

Auch die Untersuchungen , die ich im heilklimatischen Forschungsinstitut Warnemünde, das der medizinischen Universitäts-Klinik Rostock (Dir. Prof.Dr. Hans Curschmann) angegliedert ist, anstellte, befassen sich mit der Einwirkung des See- und Sonnenbades auf eine Teilfunktion des Kreislaufs, nämlich: das Pulsvolumen.

Zur Erklärung der Pulsvolumenmessung müssen wir uns kurz über das Wesen der Pulswelle klar werden. Für die Wasserwellen gilt der Satz: "Unda non est materia progrediens, sed forma materiae progrediens"; denn auf der Oberfläche schwimmende Körper werden wohl gehoben, aber nicht mitgenommen. Anders liegen die Verhältnisse bei der Pulswelle.Sie ist eine stoßweise Flüssigkeitsbewegung im Innern von elastischen Schläuchen , eine sogen. Schlauchwelle. Bei dieser dringt zunächst ein Plus von Flüssigkeit in den Schlauch , wodurch dieser in gewissem Grade gedehnt wird. Die Dehnung pflanzt

sich als Welle von central nach peripher fort, die Bewegung vollzieht sich also von Querschnitt zu Querschnitt. Die Ausdehnung der Gefäße ist abhängig:

1. von der Menge des hineingepreßten Blutes,
2. von der Zeitdauer der Systole,
3. von dem Tonus der Gefäßwandungen.

Die Volumbolometrie hat die Aufgabe , das Schlagvolumen des Pulses festzustellen,um damit Rückschlüsse auf die Herztätigkeit und die Änderung des Tonus der Gefäße zu ziehen. Die systolische Mehrfüllung ist mit dem Volumen identisch. Das Pulsvolumen wurde mit dem Sphygmobolometer nach S a h l i bestimmt.

Instrumentarium.

Das Sphygmometer besteht aus dem Sahli'schen klinischen Manometer (A). Der Pelotte (D), der Kapillare (E K) , der Luftflasche (L), dem Dreiwegehahn (P), einem Gummiball (B) , die durch Kautschukschläuche miteinander verbunden sind. Die Indexkapillare (E K), ist an beiden Seiten mit Ampullen versehen, die eine fischräusenartige Einrichtung besitzen. Die eine Ampulle wird mit o,2 ccm gefärbtem Alkohol beschickt, der zur Bildung eines Index dienen soll.[1)]

L. ist eine 15o ccm fassende , mit Luft gefüllte, gewöhnliche Flasche. Die Pelotte, die den Puls auffangen soll , besteht aus einem der Länge nach rinnenförmig ausgehöhltem , soliden , etwas elastischem Gummipflock. Die Aushöhlung ist mit einer dünnen, schlaffen Gummimembran luftdicht abgeschlossen, und kommuniziert mit dem pneumatischen System. Die Pelotte wird mittels einer besonderen Vorrichtung auf dem Unterarm befestigt, und zwar so, daß die Radialis nicht komprimiert wird. Durch den Ball (B) wird das ganze System unter einem Optimaldruck gesetzt. Die Gummimembran der Pelotte (D) wird nun auf die Radialis gedrückt und nimmt den Puls auf. Durch Schließen des Dreiwegehahns (P) läßt man die Pelotte nur noch mit der Kapillare und dem Manometer kommunizieren. Die einzelnen Pulswellen werden nun einen Ausschlag des Indexes in der Kapillare hervorrufen.

---

1) Eine Abbildung hierzu findet sich in der Schw. Med. Wochenschr. Nr. 1.

Die S a h l i 'sche Methode der Pulsvolumenmessung ist von H. S t r a u b bestritten und bezüglich ihrer Zweckmäßigkeit und ihrer Resultate bezweifelt worden. Auch wir können uns der Einsicht nicht verschließen , daß die Möglichkeit einer zahlenmäßig zuverlässigen und exakten Bestimmung des Pulsvolumens auch mit dem S a h l i 'schen Apparat noch nicht bewiesen ist. Für meine Untersuchungen brauchte ich aber auch keine absoluten Werte zu gewinnen, da ja nur ein Vergleich zwischen dem Pulsvolumen vor und nach dem Bade angestellt werden sollte. Da in dieser Versuchsanordnung die Fehlerquellen jedes Mal die gleichen sind , hatte ich keine Bedenken , trotzdem den S a h l i 'schen Apparat zu verwenden.

Zur Messung des Blutdruckes bediente ich mich des Blutdruckmanometers nach R i v a R o c c i. Wie in älteren und neueren Arbeiten des öfteren festgestellt wurde , gibt auch der "Riva Rocci" nicht den absoluten Wert des Blutdruckes beim Menschen an. Aber auch hier besteht bei allen Messungen dieselbe Fehlerbreite, so daß man die Resultate dieser Methode wohl ohne Bedenken als gültige Vergleichswerte verwenden darf.

Bei den Messungen wurde folgendermaßen verfahren: Direkt vor dem Bade wurde das Pulsvolumen und der Blutdruck gemessen und der Puls eine halbe Minute ausgezählt. Es wurde dann von der Versuchsperson 15 Minuten gebadet und geschwommen. Sofort nach dem Bade wurde erneut gemessen. Nach dieser Messung wurde 3o Minuten Sonnenbad genommen. Während des Sonnenbades und Ausruhens wurde ein Mal 15 Minuten nach dem Bad und ein Mal 3o Minuten nach dem Bad volumbolometrisch gemessen. Es handelte sich bei meinen Versuchspersonen um Reichswehrsoldaten , die uns liebenswürdigerweise vom TTT. Batl. /I.R.5 zur Verfügung gestellt wurden, und um Studenten und Studentinnen. Bis auf die Fälle 2o-22 waren alle junge, gesunde, insbesondere kreislaufgesunde und kräftige Menschen , die zum Teil in diesem Sommer noch nicht gebadet hatten, zum Teil gut trainiert waren. Die Bäder wurden genommen, sobald es die Witterung nur irgendwie zuließ. Bei allzu großer Kälte konnten keine Messungen angestellt werden, da sich dann durch das Frieren ungenaue Werte ergaben.

Die Bäder 1-3 fanden bei 19° C. Wassertemperatur, klarem Himmel , Sonnenschein und ruhigem Wasser statt. Bei 4 und 5 herrschte Gewitterstimmung , die See war leicht bewegt, die Wassertemperatur betrug 19° C. Die Fälle 6-11 badeten bei 17° C , bewölktem Himmel, mittlerem Seegang und bei Windstärke 5-6; 12-19 badeten unter ähnlichen Bedingungen. Die Fälle 2o-22 waren Diabetiker , sie badeten bei 15° C , nassem, regnerischen Wetter und mäßig bewegter See. Die äußeren Bedingungen des Bades waren für die Fälle 2o-27 dieselben. Die Fälle 27-37 badeten bei 17° C Wassertemperatur , heiterem Himmel und mäßigem Seegang. Die Fälle 38-43 badeten bei 16° C, mäßiger Bewölkung und starkem Seegang. Ebenso hatten die Fälle 43-5o sehr starken Seegang , es herrschte Sturm, die Wassertemperatur betrug 17° C. Die Fälle 38-5o hatten kurz vor dem Bad einen Hundert-Meter-Lauf absolviert.

Von allen Personen wurde das Seebad als das subjektive Wohlbefinden steigernd empfunden. Bei den kalten Wassertemperaturen (15° C) trat ebenfalls eine Steigerung des Wohlbefindens ein, jedoch zeitlich später.

Ein sehr interessanter Fall ist der Fall 38. Es handelt sich hier um einen 2o-jährigen Infanteristen, der als einer der besten Sportsleute des Bataillons galt. Als Blutdruckwerte hatte er vor dem Bad 16o/11o, nach dem Bad 185/1oo, 15 Minuten nach dem Bad 145/1oo, 3o Minuten nach dem Bad 14o/11o. Sobald er in Süßwasser badete oder schwamm, wurde er nach dem Bad 2-3 Minuten bewußtlos. Es fanden sich nach eingehendster klinischer Untersuchung keine Anhaltspunkte für eine gröbere organische Erkrankung des Kreislaufs und der Nieren. Die kalten Bäder in der Ostsee vertrug der Mann ausgezeichnet. Auch er gab an, daß nach den Seebädern sich sein Wohlbefinden steigerte.

In den nun folgenden Tabellen habe ich die Ergebnisse der Untersuchungen zusammengestellt:

K A L T E S E E B Ä D E R

	Vor dem Bad			gleich nach			15' nach			30' nach		
	R R	Sahli	P	R R	Sahli	P	R R	Sahli	P	R R	Sahli	P
1.	11o/65	o,o4	75	11o/65	o,o25	95	11o/65	o,o3	88	11o/65	o,o4	75
2.	13o/9o	o,12	85	135/9o	o,o5	11o	13o/9o	o,o8	9o	13o/9o	o,13	85
3.	11o/65	o,o5	7o	11o/65	o,o25	88	11o/65	o,o3	8o	11o/65	o,o5	7o
4.	12o/75	o,o6	88	115/65	o,o25	11o	12o/75	o,o3	9o	12o/75	o,o6	88
5.	11o/7o	o,15	1oo	12o/75	o,o7	11o	12o/65	o,1	1oo	11o/7o	o,15	1oo
6.	125/75	o,o5	74	125/8o	o,15	1o4	125/8o	o,o25	84	125/75	o,o5	74
7.	12o/8o	o,o5	73	12o/8o	o,o25	96	12o/8o	o,o35	8o	12o/8o	o,o5	72
8.	12o/7o	o,o5	66	12o/75	o,o25	1o4	12o/7o	o,o3	76	12o/7o	o,o5	66
9.	12o/7o	o,o4	7o	12o/75	o,o2	1o8	12o/7o	o,o3	84	12o/7o	o,o4	7o
1o.	12o/7o	o,o5	73	12o/75	o,o25	132	12o/7o	o,o4	92	12o/7o	o,o5	8o
11.	12o/7o	o,o5	8o	125/75	o,o25	1oo	12o/7o	o,o35	85	12o/7o	o,o5	8o
12.	12o/8o	o,o5	69	135/95	o,o25	84	12o/95	o,o3	75	12o/85	o,o5	7o
13.	14o/85	o,o5	66	145/9o	o,o2	85	13o/9o	o,o3	81	135/9o	o,o5	6o
14.	115/7o	o,o5	46	15o/11o	o,o25	6o	13o/8o	o,o3	6o	135/8o	o,o5	5o
15.	12o/7o	o,o4	72	12o/7o	o,o15	9o	12o/8o	o,o2	84	125/8o	o,o3	72
16.	11o/65	o,o5	72	13o/9o	o,o15	12o	115/65	o,o25	8o	11o/65	o,o5	72
17.	12o/75	o,o75	68	13o/85	o,o2	9o	12o/75	o,o5	8o	12o/75	o,o75	68
18.	1o5/65	o,o4	56	125/75	o,o1	96	11o/7o	o,o25	68	1o5/65	o,o4	56
19.	125/75	o,o5	64	135/8o	o,o2	98	13o/8o	o,o3	86	125/75	o,o5	66
2o.	11o/7o	o,o5	6o	125/8o	o,o15	12o	12o/75	o,o25	8o	11o/7o	o,o5	6o
21.	11o/7o	o,o5	92	125/7o	o,o15	1oo	115/75	o,o25	1o7	11o/7o	o,o4	92
22.	12o/8o	o,o5	64	185/11o	o,o15	84	13o/9o	o,o3	84	12o/9o	o,o5	82
23.	13o/75	o,o5	88	165/95	o,o25	84	135/85	o,o3	84	125/75	o,o5	66
24.	125/95	o,o6	9o	15o/1oo	o,o25	96	125/95	o,o35	8o	125/95	o,o5	84

Fortsetzung K A L T E S E E B Ä D E R

Bad	Vor dem Bad			gleich nach			15' nach			30' nach		
	R R	Sahli	P	R R	Sahli	P	R R	Sahli	P	R R	Sahli	P
25.	120/80	0,05	76	170/90	0,02	102	150/80	0,03	72	100/75	0,05	70
26.	130/90	0,05	84	160/94	0,02	144	140/100	0,025	100	125/85	0,05	90
27.	135/100	0,05	66	150/100	0,015	87	142/100	0,03	66	125/75	0,05	60
28.	125/80	0,05	72	150/100	0,02	98	135/95	0,03	100	130/90	0,05	80
29.	130/90	0,05	90	155/100	0,02	104	130/100	0,03	100	130/90	0,05	88
30.	130/85	0,05	84	160/110	0,015	97	140/100	0,03	90	120/85	0,05	84
31.	130/90	0,05	78	150/100	0,02	80	130/100	0,03	70	125/80	0,05	67
32.	120/80	0,05	72	130/95	0,03	84	130/100	0,035	76	125/95	0,05	70
33.	130/90	0,05	64	140/100	0,025	70	120/100	0,03	66	130/85	0,05	64
34.	120/80	0,075	66	170/90	0,02	76	120/90	0,04	64	120/90	0,07	60
35.	105/85	0,05	80	125/90	0,025	100	110/90	0,03	84	105/85	0,05	72
36.	125/85	0,04	84	150/90	0,02	100	130/100	0,03	86	125/90	0,04	78
37.	110/75	0,05	63	135/95	0,025	90	125/90	0,03	72	120/75	0,05	60
38.	160/110	0,075	78	185/100	0,015	100	145/100	0,04	78	140/110	0,06	66
39.	130/90	0,05	72	170/100	0,02	100	140/110	0,03	72	125/95	0,04	56
40.	130/95	0,06	76	155/120	0,015	104	135/100	0,02	72	145/100	0,035	74
41.	110/80	0,05	76	160/110	0,015	90	128/100	0,025	78	115/85	0,04	78
42.	130/100	0,05	80	140/85	0,025	86	135/95	0,02	76	125/85	0,05	70
43.	115/85	0,05	70	180/95	0,015	84	120/95	0,025	76	125/85	0,05	68
44.	100/80	0,05	72	130/60	0,015	180	100/80	0,025	106	105/85	0,04	92
45.	120/75	0,04	76	135/90	0,02	80	120/80	0,025	68	110/80	0,05	64
46.	110/75	0,05	56	140/80	0,025	104	115/75	0,025	72	105/70	0,05	60
47.	110/70	0,04	68	135/80	0,01	74	110/70	0,03	72	110/70	0,05	60
48.	105/80	0,05	70	135/60	0,015	100	115/80	0,03	80	110/75	0,05	68
49.	120/75	0,05	64	140/85	0,02	90	125/75	0,03	70	120/75	0,06	64
50.	125/80	0,05	74	140/85	0,015	104	125/75	0,025	64	120/80	0,05	76

Als arithmetischer Mittelwert der Seebäder ergeben sich folgende Zahlen:

	Vor d.Bad	sofort	15'	3o' nach d.Bad
RR sys.	12o,5	142,6	124,6	119,5
RR diast.	79,6	83,3	82,7	8o,5
Amplitude	4o,9	59,3	41,9	38,9
Puls	71,42	97,66	8o,36	69,98
Sahli	o,o51	o,o2	o,o382	o,o51

In Prozenten ausgedrückt ergibt sich:

RR syst.	1	+18 %	+3 %	1
RR diast.	1	+ 5 %	+4,5 %	1
Amplitude	1	+45 %	+ 2 %	1
Puls	1	+37 %	+29 %	1
Sahli	1	-6o %	-24 %	1

Aus diesen Tabellen ergibt sich folgendes:
Die Fälle 1-3 waren badegewohnte Studenten. Sie badeten bei schönem, wramen, sonnigen Wetter. Die Wassertemperatur betrug 19° C. Das Pulsvolumen sank vom Anfangswert nach dem Bad im Falle:

1) von o,o4 auf o,o25 = einer Volumenabnahme von 4o %
2) " o,12 " o,o5 = " " " " 6o %
3) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %.

Unter ganz anderen Witterungsbedingungen , wenn auch bei gleicher Wassertemperatur - 19° C - wie die ersten 3 Versuchspersonen , badeten die Fälle 4 und 5, ebenfalls badegewohnte, trainierte Studenten. Es herrschte eine schwüle Gewitterstimmung mit mäßiger Brise. Auch hier wurde während der ganzen Badezeit - 15 Minuten - geschwommen:

Das Pulsvolumen fiel:

44) von o,o6 auf o,o25 = einer Volumenabnahme von 58 %
5) " o,15 " o,o7 = " " " " 54 %.

Die Fälle 6-19 badeten bei einer ungünstigen Witterungslage. Die Wassertemperatur betrug 17° C , das Wetter war kalt, regnerisch und sehr windig (Windstärke 5-6) mit bewegter See. Es handelte sich bei diesen Versuchspersonen um Saldaten , die in diesem Jahre zum ersten Male in der Ostsee badeten. Auch sie schwammen während der gesamten Badezeit. Das Pulsvolumen zeigte ein Abfallen im Fall:

6) von o,o5 auf o,o15 = einer Volumenabnahme von 7o %
7) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %
8) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %
9) " o,o4 " o,o2 = " " " " 5o %
1o) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %
11) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %
12) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %
13) " o,o5 " o,o2 = " " " " 6o %
14) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %
15) " o,o4 " o,o15 = " " " " 62 %
16) " o,o5 " o,o15 = " " " " 7o %
17) " o,o75 " o,o2 = " " " " 7o %
18) " o,o4 " o,o15 = " " " " 62 %
19) " o,o5 " o,o2 = " " " " 6o %.

Die Fälle 2o - 22 waren Diabetiker[1] und Nichtschwimmer. Sie badeten zum ersten Male in der Ostsee. Das Wetter war kalt und regnerisch, die Wassertemperatur betrug nur 15° C. An Pulsvolumenschwankungen finden wir bei ihnen:

2o) von o,o5 auf o,o15 = einer Volumenabnahme von 7o %
21) " o,o5 " o,o15 = " " " " 7o %
22) " o,o5 " o,o15 = " " " " 7o %.

Auch die Fälle 23-27 badeten bei äußerst schlechtem Wetter und bei einer Wassertemperatur von nur 15° C. Es handelte sich hier um nichtbadegewohnte Reichswehrsoldaten. Bei ihnen verhielt sich der Pulsvolumenabfall wie folgt:

---

1) Diese Patienten dienten übrigens in erster Linie den Unternehmungen B r a u n r o t h s über den Zuckerstoffwechsel bei Seebädern.

23) von o,o5 auf o,o25 = einer Volumenabnahme von 5o %
24) " o,o6 " o,o25 = " " " " 6o %
25) " o,o5 " o,o2 = " " " " 6o %
26) " o,o5 " o,o2 = " " " " 6o %
27) " o,o5 " o,o15 = " " " " 7o %

Die Fälle 28-37 badeten bei heiterem Himmel, mässigem Seegang und einer Wassertemperatur von 17° C. Es handelte sich auch hier um Reichswehrsoldaten, die bis dahin noch nicht gebadet hatten. Das Pulsvolumen zeigte folgende Zahlen:

28) von o,o5 auf o,o2 = einer Volumenabnahme von 6o %
29) " o,o5 " o,o15 = " " " " 7o %
3o) " o,o5 " o,o15 = " " " " 7o %
31) " o,o5 " o,o2 = " " " " 6o %
32) " o,o5 " o,o3 = " " " " 4o %
33) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %
34) " o,o75 " o,o2 = " " " " 7o %
35) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %
36) " o,o4 " o,o2 = " " " " 5o %
37) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %

Die Fälle 38-43 , von denen der Fall 38 besonders beschrieben wurde (vgl. Seite 7) badeten ungefähr 15 Minuten nach einem loo-Meter-Lauf. Es handelte sich hier um badegewohnte Reichswehrsoldaten. Die Witterungsverhältnisse waren nicht ausgesprochen gut, der Himmel war leicht bedeckt , die See zeigte größeren Wellenschlag , die Wassertemperatur betrug 16° C. Der Pulsvolumenabfall betrug:

38) von o,o75 auf o,o15 = einer Volumenabnahme v. 8o %
39) " o,o5 " o,o2 = " " " " 6o %
4o) " o,o5 " o,o15 = " " " " 75 %
41) " o,o5 " o,o15 = " " " " 7o %
42) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %
43) " o,o5 " o,o1 = " " " " 7o %

Ebenso badeten die Fälle 44-5o kurz nach einem loo-Meter-Lauf. Die Wassertemperatur betrug 17° C. Es herrschte Sturmwetter bei heiterem Himmel. Das Pulsvolumen sank:

44) von o,o5 auf o,o15 = einer Volumenabnahme von 7o %
45) " o,o4 " o,o2 = " " " " 5o %
46) " o,o5 " o,o25 = " " " " 5o %
47) " o,o4 " o,o1 = " " " " 7o %
48) " o,o5 " o,o15 = " " " " 7o %
49) " o,o5 " o,o2 = " " " " 6o %
5o) " o,o5 " o,o15 = " " " " 7o %

Wir finden also bei 18 Fällen von badegewohnten Versuchspersonen:

in 1 Falle eine Abnahme von 4o %
" 4 Fällen " " " 5o %
" 1 Falle " " " 55 %
" 4 Fällen " " " 6o %
" 6 Fällen " " " 7o %
" 1 Falle " " " 75 %
" 1 Falle " " " 8o %.

Es schwanken also die Messungen der Volumenabnahme zwischen 5o und 7o %.

In den anderen 32 nicht badegewohnten Fällen erhalten wir:

in 1 Falle eine Abnahme von 4o %
" 12 Fällen " " " 5o %
" 1o Fällen " " " 6o %
" 9 Fällen " " " 7o %.

Also auch hier liegen die Hauptwerte der Volumenabnahme zwischen 5o und 7o %.

Weitgehende Abweichungen zeigt der Vergleich zwischen Badegewohnten und Nichtbadegewohnten nicht. Denn bei den Badegewohnten zeigen:

27 % eine Abnahme von 5o % des Pulsvolumens.
25 % " " " 6o % " " "
33 % " " " 7o % " " "

und bei den nichtbadegewohnten Versuchspersonen:

36 % eine Abnahme von 5o % des Pulsvolumens
3o % " " " 6o % " " "
3o % " " " 7o % " " "

Wie aus den Tabellen ersichtlich ist, bleibt dieses Verhältnis sich bei wechselnder Wassertemperatur und geänderter Wetterlage gleich; so daß man unter Berücksichtigung der durch die subjektive Messmethode

bedingten Fehlerquellen , die Werte auf das arithmetische Mittel berechnen darf.

Nach dem arithmetischen Mittel berechnet, ergibt sich:

1. Sofort nach dem Bade ist das Pulsvolumen der Versuchsperson um 6o % gesunken. Im Laufe einer halben Stunde kehrt das Pulsvolumen gleichmäßig ansteigend auf den Ruhewert zurück.
2. Der Blutdruck steigt systolisch um 18 %, diastolisch um 5 %. Die Amplitude erhöht sich um 45 % gegen den Ruhewert.
3. Die Pulsfrequenz nimmt um 37 % zu.

Nach 15 Minuten ist der systolische Druck fast auf den Ausgangswert gesunken - die Steigerung beträgt nur noch 3 % - , während die Steigerung des diastolischen Druckes auf der gleichen Höhe geblieben ist. Die Amplitude ist damit auch auf ihren Ruhewert zurückgekehrt. Pulsfrequenz und Pulsvolumen kehren nur langsam auf den Anfangswert zurück. Die Kurven sind einander ähnlich.

Wenn wir nun eine Deutung dieser Bäderwirkung versuchen, so möchte ich folgendes vermuten:

Der stärkste und wirksamste Reiz des Bades beruht neben den mechanischen und wahrscheinlich auch chemischen Reizen entschieden auf dem Temperaturwechsel.

Die Reizmöglichkeiten des Bades werden vermehrt durch mechanische Vorgänge, wie Strömung, Wellenschlag und selbstverständlich auch die mehr oder minder aktive Eigenbewegung des Badenden. Dieser Gesichtspunkt ist bei den von mir angestellten Versuchen zu berücksichtigen. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß bei stärkerem Wellenschlag keine erhöhten Ausschläge nachgewiesen werden können. Die Reizschwelle muß eine relativ geringe Höhe haben, bei deren Überschreitung keine weitere Verstärkung der Ausschläge mehr eintritt.

Eine ebenso geringfügige Rolle spielt die Verschiedenheit der Temperatur des Seewassers , wie wir sie unseren Badenden im Sommer 1931 bieten konnten. Die Wassertemperatur schwankte bei den einzelnen Untersuchungen zwischen 15 und 2o° C; ein Unterschied, der subjektiv als erheblich empfunden wird. Trotzdem bleiben sich die Ausschläge bei allen Temperaturen

gleich. Man kann also behaupten, daß das kalte Seebad in weiten Grenzen bei jeder badeüblichen Temperatur und bei jedem badeüblichen Seegang den gleichen Reiz ausübt.

Ebenso wenig beeinträchtigten körperliche Anstrengungen mäßiger und gewohnter Art(loo-Meter-Lauf), die kurz vor dem Bad geleistet wurden,die Reizwirkung, die das kalte Bad ausübt (vgl. Fälle 36-5o).

Ohne Bedeutung schien mir auch der Umstand, ob die Versuchsperson schon längere Zeit in dieser Saison gebadet hatte oder ob die Untersuchungen nach ihrem ersten Bad im Sommer angestellt werden. Dieser Befund widerspricht allerdings demjenigen von H. B e r g, der im Vorjahre in Warnemünde bei Wohltrainierten geringere Blutdruckreaktionen fand, als bei Badeneulingen.

Die Abnahme des Pulsvolumens nach den kalten Seebädern der Versuchspersonen ist wahrscheinlich wie folgt zu erklären: Durch den Wasserdruck wird der auf den peripheren Gefäßen lastende Druck verstärkt, Die peripheren Gefäße werden also komprimiert. Andererseits kommt es durch die Kälteeinwirkung zu einer Verengerung der peripheren Gefäße. Hinzu kommt noch, daß durch die im Seewasser gelösten Salze die Vasomotoren erregt werden.

Die Erregung der Vasomotoren beschränkt sich nicht nur auf unmittelbar mit dem Wasser in Berührung kommende Körperteile, sondern breitet sich reflektorisch in andere periphere Gefäßbezirke aus. Läßt man einen Arm in kaltes Wasser tauchen , so kommt es am gesamten peripheren Gefäßsystem zu einer Gefäßcontraction und besonders an der kontralateralen Extremität zu einer solchen Reaktion; übrigens auch zu anderen Änderungen der cutanen Reaktivität, wie R. S t a h l an der Rostocker Klinik gezeigt hat. Auf das Vorhandensein eines für diese Reizung zu supponierenden Vasomotorencentrums hat ein Schüler L u d w i g A w s j a n i k o w s hingewiesen. Er legte Reihenschnitte durch die Medulla oblongata und beobachtete dabei das Verhalten des Blutdruckes. Auf diese Weise hat er ein Vasomotorencentrum nachgewiesen,das caudal von den Vierhügeln beginnen und kurz vor dem Calamus scriptorius enden soll. Nach Ausschaltung dieses Centrums tritt

eine Vasodilatation ein und der Blutdruck sinkt. Für die Annahme eines antagonistischen Centrums fehlen bis jetzt entsprechende Anhaltspunkte.

Neben dieser reflektorischen Contractur der Gefäße spielt auch die Reizung des gesamten sympathischen Systems und des Wärmecentrums, soweit sie auf das Gefäßsystem einwirken, eine große Rolle. Das Centrum der Wärmeregulation liegt in der Gegend des tuber cinereum. Nach H. H. Meyer soll es nicht einheitlich aufzufassen sein, sondern aus zwei Centren bestehen, einem Wärme- und einem Kältecentrum. Von diesen soll das erstere sympathischer, das letztere parasympathischer Natur sein. Thörniessen nimmt dagegen auf Grund seiner Versuche an, daß das oberste Wärmecentrum neutraler, einheitlicher Natur ist und je nach der Art des einwirkenden Reizes reagiert. Dagegen sollen die Centren für die Einzelfunktionen, auf welche das Wärmecentrum als übergeordnetes Organ wirkt, in die antagonistischen Systeme ausdifferenziert sein.

Der Einblick in die Regulationsweise des Wärmecentrums wird für unsere Erkenntnis erschwert, als auch die Drüsen mit innerer Sekretion von sich aus auf die chemische Wärmeregulation einwirken können und zwar durch die Hormone der Nebenniere und der Hypophyse. Der normale physiologische Reiz für das Wärmecentrum ist in der Temperatur des Blutes gegeben.

Daß die innere Sekretion durch das kalte Seebad beeinflusst wird, zeigen die Untersuchungen von Braunroth an unserer Warnemünder Anstalt, der bei Diabetikern nach dem Bad eine Steigerung des Blutzuckerspiegels auftreten sah. Hinsichtlich der anderen Faktoren zeigen die Diabetiker keine Abweichungen von den übrigen Fällen. (Fall 20-22). Nach den gleichfalls in QWarnemünde angestellten Untersuchungen von Catrein ist auch bei Gesunden eine Steigerung des Blutzuckerspiegels nach Kaltbädern nachgewiesen worden.

Wie die Untersuchungen von Hermann in Warnemünde gezeigt haben, steigt auch der Blutcalciumspiegel nach kalten Seebädern an.

Da das kalte Seebad eine Reizung des sympathischen Systems darstellt, so kommt es auf dem Wege ei-

ner Erregung des Accelerans zu einer Beschleunigung der Herzschlagfolge. Die Acceleranreizung läßt Calcium aus dem Herzen in die Nährflüssigkeit treten. (A s h e r, Y a s u t a k e, K o l m und P i c k). In der Regel überwiegt die Wirkung des Vagus, dagegen überdauert die Acceleranswirkung den Reiz länger. (B a x t) Damit ist auch erklärt, warum die Herzschlagfolge langsamer zur Norm zurückkehrt als der Blutdruck. Eine Vorbedingung für die Wirksamkeit eines Reizes auf den Sympathicus ist nach Z o n d e k die Ausschüttung von Calcium.

Für den Blutdruck gilt das Wort von W i n t e r n i t z, daß alle die Gefäße verengenden Einflüsse eine Steigerung des Blutdruckes hervorrufen müssen.

Über die Wirkung der Sonnenbäder auf das Pulsvolumen läßt sich auf Grund meiner Befunde noch kein abschließendes Urteil bilden. Die Untersuchungen, die in den 1o aufgeführten Fällen, und zwar nach einem Sonnenbad von 3o Minuten bei ruhigem, schönem Wetter angestellt wurden, ergaben keine merklichen Ausschläge, wie die folgende Tabelle zeigt:

S O N N E N B Ä D E R.

	Vor dem Bad			Sofort nach dem Bad		
	R R	Sahli	Puls	R R	Sahli	Puls
1.	125/75	o,1	64	125/75	o,1	64
2.	11o/65	o,o4	75	11o/65	o,o4	75
3.	13o/9o	o,125	85	13o/9o	o,125	85
4.	11o/65	o,o5	7o	11o/65	o,o5	7o
5.	12o/75	o,o6	88	12o/75	o,o6	88
6.	11o/75	o,1	1oo	11o/75	o,1	1oo
7.	12o/8o	o,o5	72	12o/8o	o,o5	72
8.	11o/7o	o,o5	92	11o/7o	o,o5	92
9.	115/7o	o,o5	46	115/7o	o,o5	46
1o.	11o/65	o,o5	72	11o/65	o,o5	72

Es ist aber anzunehmen, daß unter klimatisch anderen Bedingungen auch Änderungen des Pulsvolumens, der Pulsfrequenz und des Blutdruckes festzustellen gewesen wären. Die äußerst schlechten Witterungsverhältnisse des Sommers 1931 gaben aber nicht die Möglichkeit, Untersuchungen bei höheren Temperaturen und intensiverer Sonnenstrahlung anzustellen. Meine Messungen nach Sonnenbädern wurden durchweg nur bei mäßiger Wärme ausgeführt, wobei das vegetative Nervensystem zur Regulation des Wärmehaushaltes nicht erheblicher belastet wurde.

Betrachten wir zusammenfassend die Wirkung des Seebades auf den Organismus, so steht im Vordergrund eine Reizung des sympathischen Systems. Die Leistung des Herzens wird erhöht. Allmählich werden die Kreislaufwiderstände geringer, die Kreislaufschlacken sind beseitigt, es tritt eine Arbeitsentlastung für das Herz ein.

Auf die therapeutischen Konsequenzen, die sich aus diesen Vorstellungen ergeben, einzugehen, würde zu weit führen. Es sei aber erwähnt, daß H a n s C u r s c h m a n n, H. B e r g und S. Z e p e l i n auf Grund klinischer und experimenteller Beobachtungen bereits zu gewissen Schlüssen und therapeutischen Indikationen bezüglich der Kreislauffunktionen Nichtgesunder, insbesondere Hypertoniker gelangt sind.

Zum Schluß möge noch eine Bemerkung über den Einfluß der See- und Sonnenbäder auf das subjektive Befinden erlaubt sein. Es besteht nicht nur ein Gegensatz zwischen der sympathischen und parasympathischen Innervation, sondern auch zwischen dem Nervensystem, welches die Funktionen unserer inneren Organe reguliert, und dem animalischen Nervensystem, welches uns Eindrücke der Umwelt vermittelt und unseren Willen auf die Umwelt einwirken läßt. Während z.B. das vegetative Nervensystem mit der Verdauung vollauf beschäftigt ist, zwingen uns Unlustgefühle körperliche und geistige Ruhe auf. Ebenso liegen die Verhältnisse, wenn bei großen Außentemperaturen das vegetative Nervensystem alle Mühe hat, eine Wärmestauung im Organismus zu verhindern. Die sich dabei einstellende Erschlaffung und Trägheit verhindert, daß durch Muskelarbeit noch wei-

tere Wärme erzeugt wird. Wird also bei hohen Außentemperaturen in der See gebadet , so wird dem vegetativen Nervensystem die Belastung genommen , die Wärmestauung auszugleichen, und auf der anderen Seite durch Hemmung im Bereich des animalischen Nervensystems unnötige Wärmeproduktion zu verhindern. Es verschwindet durch das Bad das dem Gesamtorganismus aufgezwungene Trägheitsgefühl. Dem vorher herrschenden Unlustgefühl muß also ein Lustgefühl Platz machen, das ja auch bekanntlich bei Gesunden in der Regel eintritt.

Es bleibt nun noch zu erklären , warum nach einer gewissen Zeit, deren Länge mit dem Absinken des erhöhten Blutdruckes zusammenfällt , das allgemeine Wohlbefinden nach dem Bade sich noch steigert. Ein allgemeines Überwiegen der parasympathischen Innervation führt zu lustbetonten Empfindungen. So stellt sich nach einem ergiebigen Schlaf das Gefühl der Erquickung und der Erfrischung ein. Ebenso ist der Appetit , die Eßlust, auf eine Reizung des Vagus zurückzuführen. Umgekehrt gehen unlustbetonte Empfindungen vielfach mit einer Steigerung des Sympathicustonus einher. Bei der stärksten Unlustempfindung, dem Schmerz,kommt es durch Reizung des Sympathicus zur Erweiterung der Pupille, zum Abblassen des Gesichts , zur Beschleunigung des Pulses.

Das Bad geht, wie oben gezeigt, mit einer Steigerung des Sympathicustonus einher. Diese Steigerung hält bis ungefähr 15 Minuten nach dem Bad an. Dann beginnt der Vagus wieder sein Gegengewicht geltend zu machen. Der Blutdruck fällt fast auf die Norm zurück, auch das Pulsvolumen nimmt wieder zu. Wenn die Pulsfrequenz nicht so schnell abnimmt,so beruht es darauf, daß eine Reizung des Accelerans den Reiz länger überdauert (siehe S. 16).

Das kalte Seebad bewirkt also eine Herabsetzung des Pulsvolumens um mehr als die Hälfte mit gleichzeitiger geringerer Blutdrucksteigerung und Erhöhung der Pulsfrequenz. Im Laufe einer halben Stunde kehrt das Pulsvolumen gleichmäßig ansteigend auf seinen Ruhewert zurück. Auch die Pulsfrequenz und der Blutdruck sind nach Verlauf einer halben Stunde auf den Anfangswert zurückgekehrt. Die Einwirkungen des Seebades auf das

Pulsvolumen sind unabhängig von der Wassertemperatur und der Witterung. Der Reiz des Bades bleibt sich für Badegewohnte und Nichtbadegewohnte gleich.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Hans C u r s c h m a n n für die Überlassung des Themas und seinen Rat zu danken.

L i t e r a t u r .

Christen : Die Füllung des Pulses und des Pulsvolumens. D.A.f.kl.M. Bd.117, 1915.

Groedel : Physik. Behandlung der Erkrankung des Zirkulationsapparates. Erg.d. I.M. Bd.9.

Hartmann : Untersuchungen mit dem Sphymobolometer n. Sahli. D.A.f.kl.M. Bd.117 1915.

Müller : Einfluß von Bädern auf den Blutdruck des Menschen. D.A.f.kl.M., Bd.74, 19o2.

: Der Lebensnerv.

Sahli : Über die jetzige Form der Volumbolometrie. Schw.M.W. 192o, Nr.1.

: Zur Klärung der Prinzipien der dynamischen Pulsuntersuchungen. Kl. W.1928, Nr.6.

: Lehrbuch der klinischen Untersuchungen und Med. VII.Auflage, Bd.1 S.272,ff, S.133 ff.

Straub : Grundlagen der dynamischen Pulsuntersuchungen. Kl.W.1927, Nr.12.

Seyderhelm : Blutmengenbestimmungen und ihre klinische Bedeutung. Erg. d.I.M., Bd.29, 1925.

Stahl-Bahn : Untersuchungen über physik. chemische Veränderungen der Blutflüssigkeit nach kalten und wärmen Bädern. Zeitschr.f.d.g.phys.Therapie. Bd.29, 1925.

Winternitz : Über den Einfluß der verschiedenen Bäder. D.A.f.kl.M. Bd.72.

L e b e n s l a u f .

Ich wurde am 4. November 19o2 in Hamburg als Sohn des o.ö. Prof. Dr. med. Carl Behr und seiner Ehefrau Elisabeth geboren. Ich besuchte das humanistische Gymnasium in Kiel, wo ich im September 1922 die Reifeprüfung bestand. Bis zum März 1927 diente ich bei der Reichsmarine. Meine vorklinischen Semester studierte ich in Hamburg. Nach bestandenem ärztlichen Vorexamen im März 1929 studierte ich in Innsbruck , München und Rostock.

Die vorliegende Arbeit fertigte ich im Sommersemester 1931 an. Nach bestandenem Staatsexamen am 18. Juni 1932 in Rostock bin ich als Medizinalpraktikant an der Medizinischen Universitäts-Klinik in Kiel tätig.